

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-035980

(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B23K 26/06

H01S 3/00

H01S 3/10

(21)Application number : 2000-225032

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.07.2000

(72)Inventor : ICHIHASHI HIROMOTO

FURUYA NOBUAKI

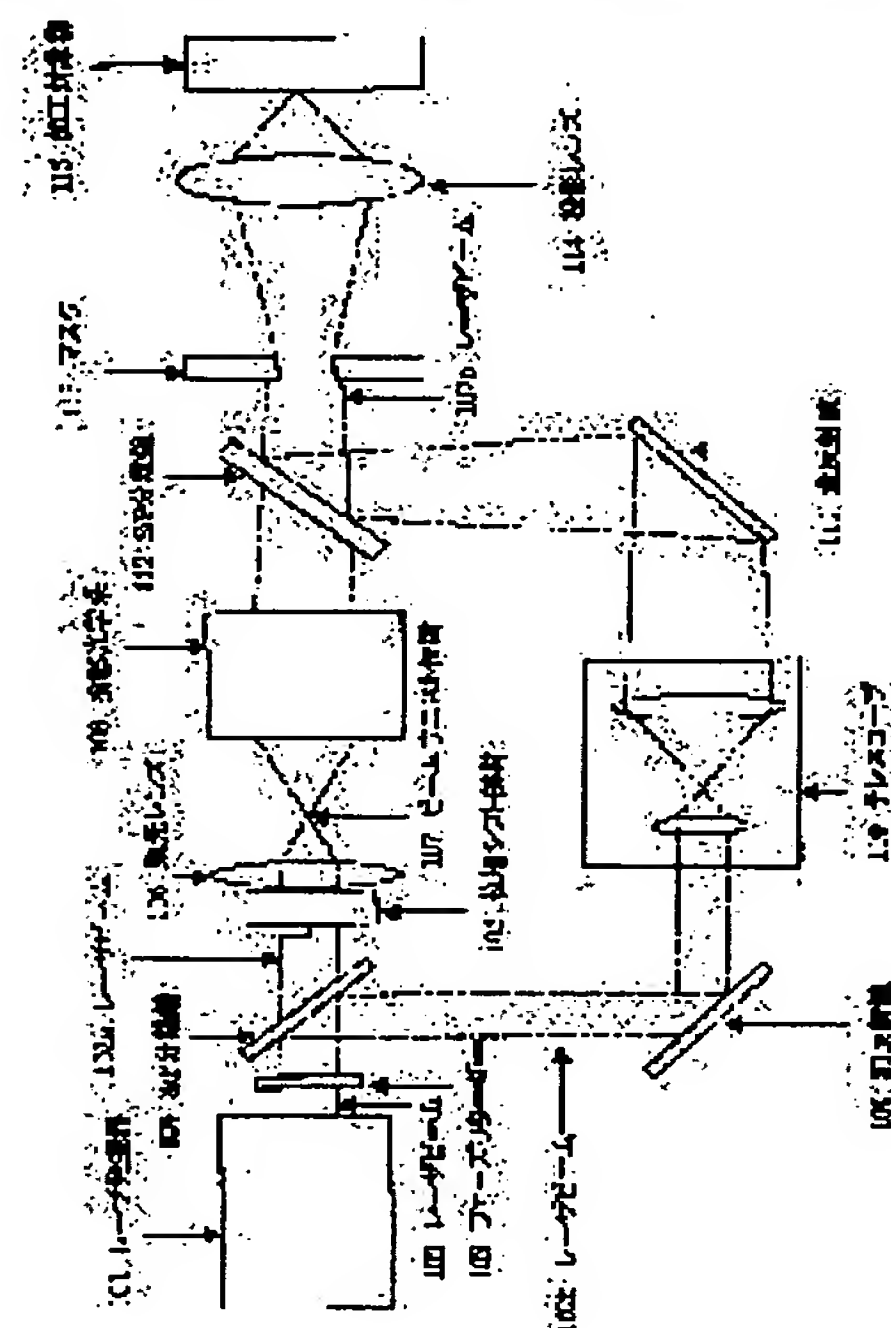
KARASAKI HIDEHIKO

(54) DEVICE AND METHOD FOR LASER BEAM PROCESSING, AND LASER BEAM OSCILLATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct high quality working by converting intensity distribution of a laser beam on a processing object so as to be uniform distribution in a laser beam processing device where an image of a mask is projected on a processing object and processed.

SOLUTION: A laser beam 102 from a laser beam oscillator 101 is divided by means of a S/P separating mirror 104, intensity distribution of one laser beam 102a is converted in an annular zone shape by means of a phase shift member 105 on a mask 113, and the other laser beam 102b is maintained in a gauss shape and propagated on the mask 113. Since polarizing distribution of the laser beam 102a and 102b are vertical, intensity distribution of a synthesized laser beam 102c on the mask becomes added value of intensity of each laser beam and can be uniformed. Furthermore, since polarizing distribution of the laser beam on the processing object is uniformed by projecting the image of a mask by a projection lens 114 on a processing object 115, quality processing can be conducted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The laser oscillation machine with which intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, and the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, A means to have the projection optics which projects the image of said mask on a processing object, to arrange in front of said mask, and to divide said laser beam into two, A means to change the laser beam of the divided both sides into the linearly polarized light, and to change perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, Laser-beam-machining equipment which has the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, and a means to compound two laser beams divided in front of said mask.

[Claim 2] The laser oscillation machine with which intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, and the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, A means to have the projection optics which projects the image of said mask on a processing object, and to divide said laser beam into the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction in front of said mask, Laser-beam-machining equipment which has the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, and a means to compound two laser beams divided in front of the mask.

[Claim 3] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The phase shift member in which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate was formed so that the phase of said laser beam might be shifted, Laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 characterized by being constituted using the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of said mask.

[Claim 4] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The phase shift member formed so that only the same include angle might shift the phase of said laser beam and the include angle might be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, Laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 characterized by being constituted using the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of a mask.

[Claim 5] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask The phase shift member formed so that the phase of said laser beam might be shifted in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, Laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 characterized by being constituted using the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of said mask.

[Claim 6] Laser-beam-machining equipment given in either of claims 3-5 to which a phase shift member is characterized by being formed in condensing optical system and one.

[Claim 7] The step which oscillates the laser beam whose intensity distribution are gauss-like, and the step

which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, The step which divides said laser beam into two in front of the step which has the step which projects the image of the cross section of the started laser beam on a processing object, and starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration further, The step which changes the laser beam of the both sides which divided into the linearly polarized light, and changes perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, The laser-beam-machining approach of having the step which divided and compounds two laser beams divided in front of the location which starts the step which makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration and said laser beam in the cross-section configuration of arbitration.

[Claim 8] The step to which intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, and the step which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, It has the step which projects the image of the cross section of said started laser beam on a processing object. The step which divides said laser beam at the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction before the step which furthermore starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, The laser-beam-machining approach of having the step which divided and compounds two laser beams divided in front of the location which starts the step which makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration and said laser beam in the cross-section configuration of arbitration.

[Claim 9] While divided and the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The step to which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate shifts the phase of said laser beam, The laser-beam-machining approach according to claim 7 or 8 characterized by being constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask.

[Claim 10] While divided and the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The step which only the same include angle shifts the phase of said laser beam, and the include angle is made to be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, The laser-beam-machining approach according to claim 7 or 8 characterized by being constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask.

[Claim 11] While divided and the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam The step which shifts the phase of said laser beam in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, The laser-beam-machining approach according to claim 7 or 8 characterized by being constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask.

[Claim 12] The laser-beam-machining approach given in either of claims 9-11 characterized by making the step which condenses the laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask into one.

[Claim 13] The laser oscillation machine which has a means change the optical resonator which oscillates the laser beam whose intensity distribution are gauss-like, a means to divide said laser beam into two, and the laser beam of the divided both sides into the linearly polarized light, and change perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position, and a means compound two laser beams divided in front of the position.

[Claim 14] The laser oscillation machine which has the optical resonator which oscillates the laser beam whose intensity distribution are gauss-like, a means to divide said laser beam into the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction, the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position, and a means to

compound two laser beams divided in front of the position.

[Claim 15] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The phase shift member in which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate was formed so that the phase of said laser beam might be shifted, The laser oscillation machine according to claim 13 or 14 characterized by being constituted using the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position.

[Claim 16] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The phase shift member formed so that only the same include angle might shift the phase of said laser beam and the include angle might be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, The laser oscillation machine according to claim 13 or 14 characterized by being constituted by the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position.

[Claim 17] The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position The phase shift member formed so that the phase of said laser beam might be shifted in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, The laser oscillation machine according to claim 13 or 14 characterized by being constituted by the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position.

[Claim 18] A laser oscillation machine given in either of claims 15-17 to which a phase shift member is characterized by being formed in condensing optical system and one.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the laser oscillation machine which oscillates the high laser beam of space coherencies, such as a CO2 laser and an YAG laser, in the laser-beam-machining equipment into which it is processed by projecting on a workpiece the image of the mask which has opening of the configuration of arbitration about a laser oscillation machine using the high laser beam of space coherencies, such as a CO2 laser and an YAG laser, especially in laser-beam-machining equipment and the laser-beam-machining approach, and a list and its approach, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional technique about the laser-beam-machining equipment mentioned above is explained using drawing. Drawing 5 is the block diagram of conventional laser-beam-machining equipment. In drawing 5, 51 is a laser oscillation machine, 52 is a laser beam, and the dotted line showed the profile all over drawing. For 53, as for a mask and 55, a telescope and 54 are [a projection lens and 56] processing objects.

[0003] The laser beam 52 which carried out outgoing radiation from the laser oscillation machine 51 passes a telescope 53, and it carries out incidence to a mask 54. As for a mask 54, magnitude may use the mask of magnitude with which it is different not according to adjustable but according to processing, as for the case where the magnitude of a hole [are adjustable and] to process it determines the magnitude of the aperture of a mask, and magnitude. Moreover, a telescope 53 is designed so that the beam diameter of a laser beam 52 and the curvature of a wave front which carry out incidence to a mask may become the optimal to processing.

[0004] And the projection lens 55 projects the image of a mask on the processing object 56, for example, a perforating process is performed to workpieces, such as a printed circuit board.

[0005] Moreover, in the conventional technique, a laser beam is scanned with a galvanomirror, or it moves between processings on a stage at high speed, and the device of processing a large number for a short time is seen.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, laser-beam-machining equipment as shown with the conventional technique has the technical problem which is described below. As for the intensity distribution of the laser beam on a workpiece to processing of perforation of a build up multilayer substrate in case many glass fibers are contained in quenching, welding, and resin among laser beam machining etc., it is desirable to carry out uniform distribution.

[0007] However, in the case of a CO2 laser, an YAG laser, etc., near an optical axis is close [the intensity distribution of a laser beam] to the so-called Gaussian distribution to which reinforcement becomes weak exponentially in many cases as reinforcement is strong and goes on the outskirts.

[0008] When such a laser beam is used for perforation of the build up multilayer substrate mentioned above, for example, the fiber lobe of a beer wall becomes long and causes a defect of back processes, such as plating.

[0009] Moreover, although the device of expanding a laser beam sufficiently greatly to opening of a mask using a collimator, and using for processing only the field where the optical axis and the reinforcement of near of a laser beam are strong about laser-beam-machining equipment like the conventional example is seen, when such a device is performed, the energy of the laser beam intercepted by the covered section of a mask becomes large, and the utilization factor fall of energy is caused as a result.

[0010] Moreover, in the former, a multimode laser beam is generated and there is a method of bringing close

and using the intensity distribution of a laser beam for uniform distribution. However, generally the degree changes with change of a laser output, and it is tended, as for the laser beam of a multimode, to change intensity distribution. Consequently, the intensity distribution in a processing side change and there is a trouble that workability ability cannot be stabilized.

[0011] In laser beam machining which projects the image of a mask on a processing object and processes it, this invention is changing the intensity distribution of the laser beam on a workpiece so that it may become uniform distribution, and aims at performing high-definition processing.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The laser oscillation machine with which, as for this invention, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam in order to solve this technical problem, A means to have the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the projection optics which projects the image of said mask on a processing object, and to divide said laser beam into two in front of said mask, A means to change the laser beam of the divided both sides into the linearly polarized light, and to change perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, A means to compound two laser beams divided in front of said mask constitutes, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask in a processing object, and quality processing can be performed.

[0013] Moreover, the laser oscillation machine with which intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, It has the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the projection optics which projects the image of said mask on a processing object. A means to divide said laser beam into the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction in front of said mask, The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, A means to compound two laser beams divided in front of the mask constitutes, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask in a processing object, and quality processing can be performed. [0014]

[Embodiment of the Invention] The laser oscillation machine with which, as for invention of this invention according to claim 1, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, A means to have the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the projection optics which projects the image of said mask on a processing object, and to divide said laser beam into two in front of said mask, A means to change the laser beam of the divided both sides into the linearly polarized light, and to change perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, It is laser-beam-machining equipment which has the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, and a means to compound two laser beams divided in front of said mask. By this configuration In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0015] Moreover, the laser oscillation machine with which, as for invention according to claim 2, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, It has the mask which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the projection optics which projects the image of said mask on a processing object. A means to divide said laser beam into the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction in front of said mask, It is laser-beam-machining equipment which has the means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask, and a means to compound two laser beams divided in front of the mask. By this configuration In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0016] Moreover, the means which while divided invention according to claim 3, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask specifically In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The phase shift member in which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate was formed so that the phase of said laser beam might be shifted, It is laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 constituted by the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of said mask. By this configuration In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0017] Moreover, the means which while divided invention according to claim 4, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The phase shift member formed so that only the same include angle might shift the phase of said laser beam and the include angle might be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, It is laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 constituted by the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of a mask. By this configuration, in a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0018] Moreover, the means which while divided invention according to claim 5, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis on a mask The phase shift member formed so that the phase of said laser beam might be shifted in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, It is laser-beam-machining equipment according to claim 1 or 2 constituted by the condensing optical system arranged after said phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by said condensing optical system on the location of said mask. By this configuration In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0019] Invention according to claim 6 is laser-beam-machining equipment given in either of claims 3-5 to which a phase shift member is characterized by being formed in condensing optical system and one, and by this configuration, in a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and it can still more specifically perform quality processing.

[0020] The step to which, as for invention of this invention according to claim 7, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, It has the step which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the step which projects the image of the cross section of the started laser beam on a processing object. The step which divides said laser beam into two in front of the step which furthermore starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, The step which changes the laser beam of the both sides which divided into the linearly polarized light, and changes perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, The step which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, It is the laser-beam-machining approach of having the step which compounds two laser beams which divided said laser beam in front of the location started in the cross-section configuration of arbitration. By this technique In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0021] Moreover, the step to which, as for this invention according to claim 8, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, It has the step which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, and the step which projects the image of the cross section of said started laser beam on a processing object. The step which divides said laser beam at the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction before the step which furthermore starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, The step which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration, It is the laser-beam-machining approach of having the step which compounds two laser beams which divided said laser beam in front of the location started in the cross-section configuration of arbitration. By this technique In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0022] Still more concretely, while divided invention according to claim 9, and the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The step to which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate shifts the phase of said laser beam, It is the laser-beam-

machining approach according to claim 7 or 8 constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask. By this technique In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0023] While divided invention according to claim 10, and moreover, the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The step which only the same include angle shifts the phase of said laser beam, and the include angle is made to be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, It is the laser-beam-machining approach according to claim 7 or 8 constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask. By this technique In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0024] While divided invention according to claim 11, and moreover, the step made into the shape of zona orbicularis in the location which starts said laser beam in the cross-section configuration of arbitration the intensity distribution of a laser beam The step which shifts the phase of said laser beam in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, It is the laser-beam-machining approach according to claim 7 or 8 constituted by the step which condenses said laser beam by which the phase shift was carried out, and the step which projects the image of the condensing point of said condensed laser beam on the location of a mask. By this technique In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask, and quality processing can be performed.

[0025] still more concretely , invention according to claim 12 be the laser beam machining approach given in either of claims 9-11 which made one the step which condense the laser beam by which the phase shift be carried out , and the step which project the image of the condense point of said condensed laser beam on the location of a mask , and by this technique , in a processing object , the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask , and it can perform quality processing .

[0026] The optical resonator with which, as for invention of this invention according to claim 13, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam, A means to change a means to divide said laser beam into two, and the laser beam of the divided both sides into the linearly polarized light, and to change perpendicularly the polarization direction of the laser beam of said both sides, The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position, It is the laser oscillation machine which has a means to compound two laser beams divided in front of the position. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0027] The optical resonator with which, as for invention according to claim 14, intensity distribution oscillate a gauss-like laser beam still more concretely, A means to divide said laser beam into the laser beam of the two linearly polarized lights with the perpendicular polarization direction, The means which while divided and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position, It is the laser oscillation machine which has a means to compound two laser beams divided in front of the position. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0028] Moreover, the means which while divided invention according to claim 15, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam The phase shift member in which only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate was formed so that the phase of

said laser beam might be shifted, It is the laser oscillation machine according to claim 13 or 14 constituted by the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0029] Moreover, the means which while divided invention according to claim 16, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field The phase shift member formed so that only the same include angle might shift the phase of said laser beam and the include angle might be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field, It is the laser oscillation machine according to claim 13 or 14 constituted by the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0030] Moreover, the means which while divided invention according to claim 17, and makes the intensity distribution of a laser beam the shape of zona orbicularis by the position The phase shift member formed so that the phase of said laser beam might be shifted in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of said laser beam, It is the laser oscillation machine according to claim 13 or 14 constituted by the condensing optical system arranged after a phase shift member, and the projection optics which projects the image of the condensing point of said laser beam condensed by condensing optical system on said position. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0031] Invention according to claim 18 is a laser oscillation machine given in either of claims 15-17 by which the phase shift member was formed in condensing optical system and one still more concretely. The intensity distribution of the laser beam in a position become homogeneity by this configuration. In a processing object, the intensity distribution of a laser beam turn into uniform distribution according to the magnitude of a mask by using the laser oscillation machine of this invention for laser-beam-machining equipment, and projecting the uniform intensity distribution in a position on a processing object, and quality processing can be performed.

[0032] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using drawing 4 from drawing 1 .

[0033] (Gestalt of operation) Drawing 1 is the outline block diagram of the laser-beam-machining equipment in the gestalt of 1 operation of this invention. The laser beam from which the laser oscillation machine was separated for 101 and a laser beam and 102a were being steadily separated for 102 in drawing 1 , The laser beam of another side where 102b was separated, the laser beam by which 102c was compounded, 103 a S/P separation mirror and 105 for a phase retarder and 104 A phase shift member, 106 -- a condenser lens and 107 -- a beam waist location and 108 -- projection optics and 109 -- for a total reflection mirror and 112, as for a mask and 114, a S/P separation mirror and 113 are [a total reflection mirror and 110 / a telescope and 111 / a projection lens and 115] processing objects.

[0034] Next, actuation is explained. As for the laser oscillation machine 101, intensity distribution oscillate the laser beam 102 of the linearly polarized light by the shape of a gauss. In addition, the dotted line showed the laser beam 102 all over drawing. The phase retarder 103 controls the oscillating direction of polarization of a laser beam 102.

[0035] And the S/P separation mirror 104 divides a laser beam 102 into the component of P polarization and S polarization. The S/P separation mirror 104 penetrates the laser beam of P polarization, and, specifically, reflects the laser beam of S polarization. The laser beam in which the laser beam which penetrated the S/P

separation mirror 104 was reflected in 102a and the S/P separation mirror 104 is 102b.

[0036] And in the spherical coordinate system in the flat surface where the phase shift member 105 is perpendicular to the travelling direction of laser beam 102a, only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate shifts the phase of a laser beam.

[0037] Drawing 2 (a) shows drawing which looked at the phase shift member 105 from across to the field perpendicular to an optical axis. The phase shift member 105 gives the transparency film to the plate of the quality of the material which penetrates laser beam 102a, and membranous thickness d (mm) is given in the form [like] over the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to an optical axis (several 1).

[0038]

[Equation 1]

$$d = \frac{2 \pi \lambda}{(n - 1) \theta}$$

[0039] In (several 1), lambda is [the refractive index theta of the transparency film of the wavelength (mm) of a laser beam 102 and n] the angle of deviation (radian) of a spherical coordinate system. And a condenser lens 106 is arranged just behind the phase shift member 105, and condenses laser beam 102a.

[0040] In the best focus location 107, i.e., a beam waist location, as for laser beam 102a in which the phase shift was carried out by the phase shift member 105 and which was condensed with the condenser lens 106, intensity distribution become zona orbicularis-like. And projection optics 108 projects the image of the beam waist location 107 on the location of a mask 113.

[0041] Next, it is reflected in the total reflection mirror 109, and incidence of the laser beam 102b reflected in the S/P separation mirror 104 is carried out to a telescope 110. A telescope 110 controls laser beam 102b to become a suitable beam diameter and the curvature of a wave front on a mask.

[0042] And laser beam 102b reflected in the total reflection mirror 111 is compounded so that laser beam 102a, the current beam position, and a travelling direction may be in agreement in the S/P separation mirror 112, namely, so that an optical axis may be in agreement. The compounded laser beam is called laser beam 102c.

[0043] Thus, if constituted, the intensity distribution of laser beam 102c in a mask 113 will become addition of each intensity distribution of laser beam 102a and laser beam 102b.

[0044] The intensity distribution of laser beam 112b are shown for the intensity distribution in the mask 112 of laser beam 102a in drawing 3 (a) at drawing 3 (b). Since the image of the beam waist location 107 is reproduced, the intensity distribution in the mask 112 of laser beam 102a become zona orbicularis-like, and since the intensity distribution of laser beam 112b do not receive a phase modulation, intensity distribution become gauss-like.

[0045] And the intensity distribution of laser beam 112c become addition with the intensity distribution shown in drawing 3 (a), and the intensity distribution shown in drawing 3 (b), and can be made uniform distribution as shown in drawing 3 (c).

[0046] In order to make uniform distribution reinforcement of laser beam 102c on a mask Although the beam diameter of the intensity distribution in the mask 112 of laser beam 102a and the intensity distribution of laser beam 102b and a strong ratio must be chosen the optimal, with the gestalt of this operation The beam diameter adjusted the projection scale factor of projection optics 108 about laser beam 102a, and adjusted it by moving the convex lens which constitutes a telescope 110 about laser beam 102b in accordance with an optical axis.

[0047] Moreover, the ratio of the reinforcement of laser beam 102a and a laser beam b is controlling the oscillating direction of a laser beam 102 by the phase retarder, and was adjusted.

[0048] Here, when the polarization direction of two laser beams compounded temporarily is not perpendicular, the intensity distribution of two laser beams compounded will cause interference, without becoming strong addition. In this case, since the phase of the laser beam to which the phase was shifted by the phase shift member 105 is not an axial object, the intensity distribution on the mask of the laser beam compounded become a non-object absolutely, and do not become homogeneity. And the projection lens 114 projects the image of a mask 113 on a processing object.

[0049] If the above laser-beam-machining equipments are constituted, the intensity distribution of the laser beam on a processing object can be made into homogeneity, and quality processing will be attained.

[0050] In addition, in the gestalt of this operation, in the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of laser beam 102a, although only the same include angle as the

angle of deviation of a polar coordinate shall shift the phase of laser beam 102a, the phase shift member 105 In the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of laser beam 102a Divide into the field which divided the between from zero radian to 2π radian of the angle of deviation of a polar coordinate by the number of arbitration, and in each divided field Only the same include angle may shift the phase of laser beam 102a, and the phase of laser beam 102a may be shifted so that the include angle may be contained within the limits of the angle of deviation of the polar coordinate in each field.

[0051] As shown in drawing 4 , specifically, a phase may be shifted. The axis of abscissa of drawing 4 is the angle of deviation of the polar coordinate within a field perpendicular to an optical axis, and an axis of ordinate is the amount of phase shifts of a phase shift member. Even if it uses such a phase shift member, like the above-mentioned gestalt, the intensity distribution of laser beam 102a on a mask 113 become zona orbicularis-like, and effectiveness equivalent to the above-mentioned gestalt is acquired.

[0052] Moreover, in the gestalt of this operation, in the spherical coordinate system in a flat surface perpendicular to the travelling direction of laser beam 102a, although only the same include angle as the angle of deviation of a polar coordinate shall shift the phase of said laser beam 102a, the phase shift member 105 Even if it shifts the phase of said laser beam in the shape of [centering on an optical axis] zona orbicularis in a flat surface perpendicular to the travelling direction of a laser beam, like the above-mentioned gestalt, the intensity distribution of laser beam 102a on a mask 113 become zona orbicularis-like, and effectiveness equivalent to the above-mentioned gestalt is acquired.

[0053]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, in laser beam machining which projects the image of a mask on a processing object and processes it, the intensity distribution of the laser beam on a workpiece can be changed so that it may become uniform distribution, and the advantageous effectiveness of becoming possible to perform high-definition processing is acquired.

[Translation done.]

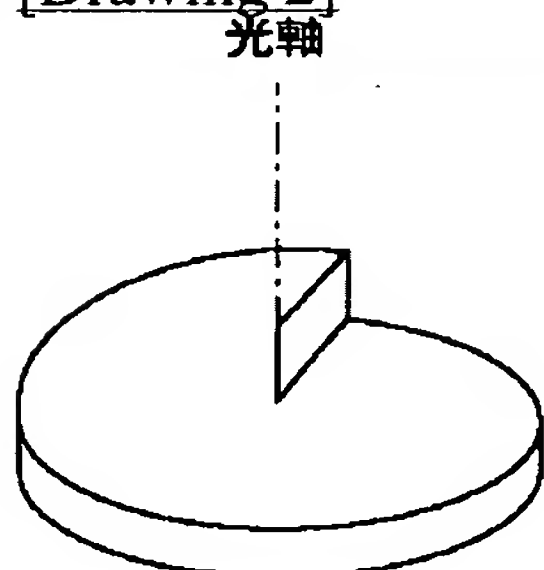
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

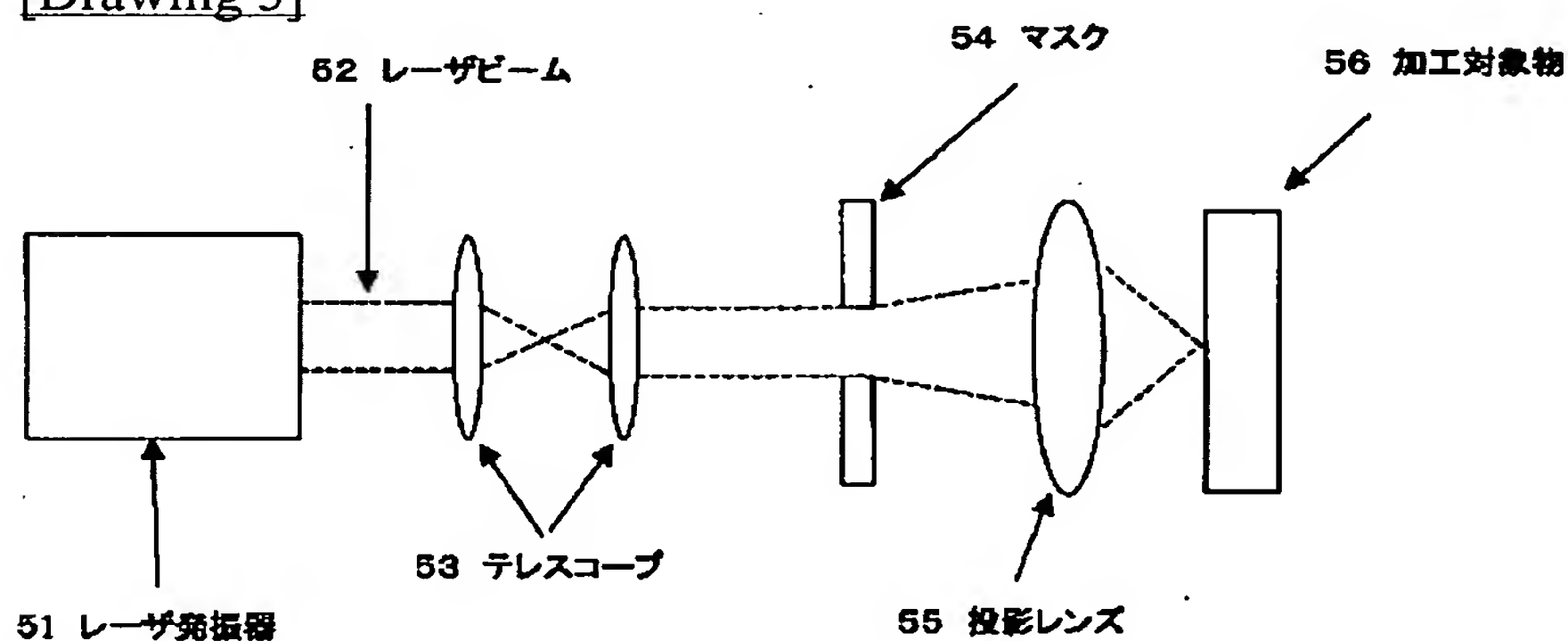
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

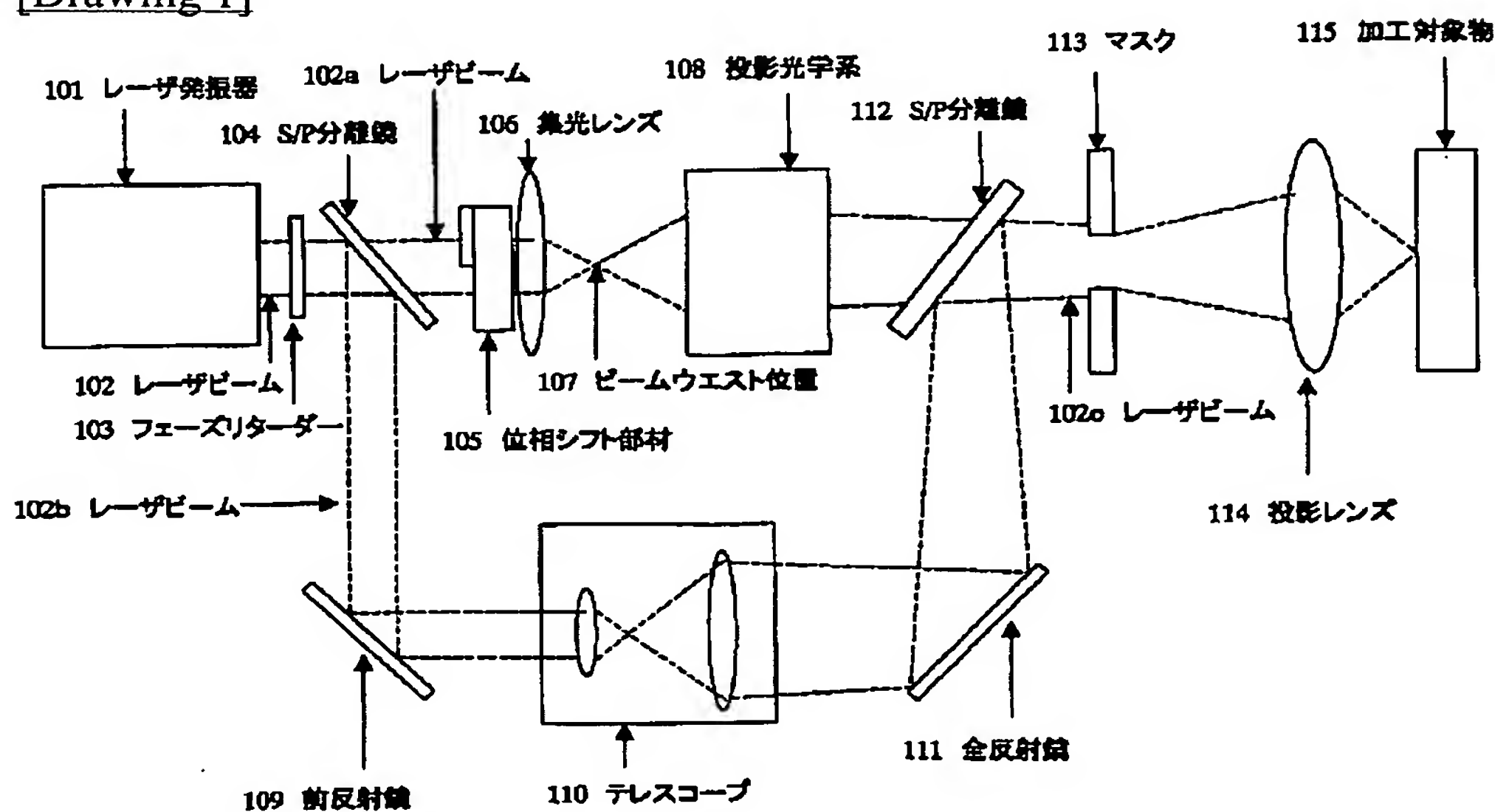
[Drawing 2]



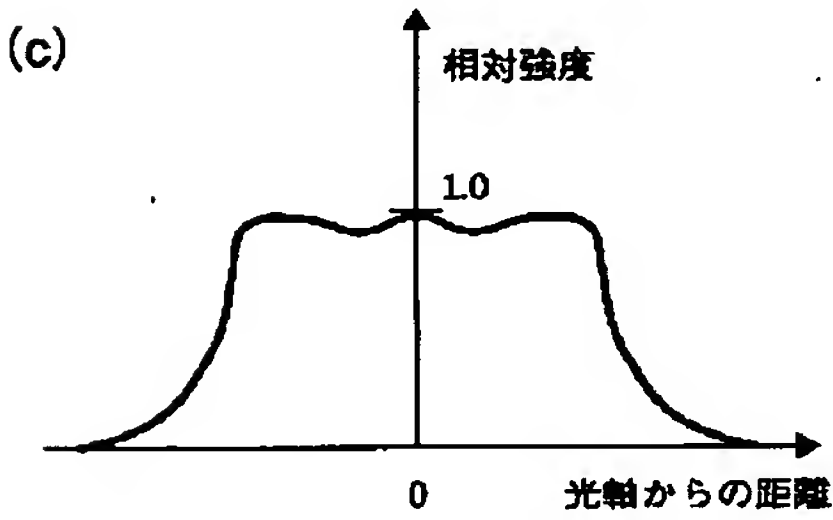
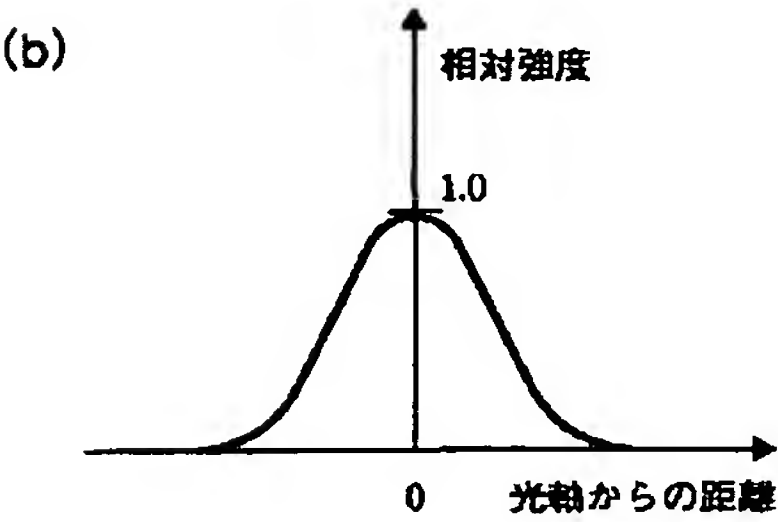
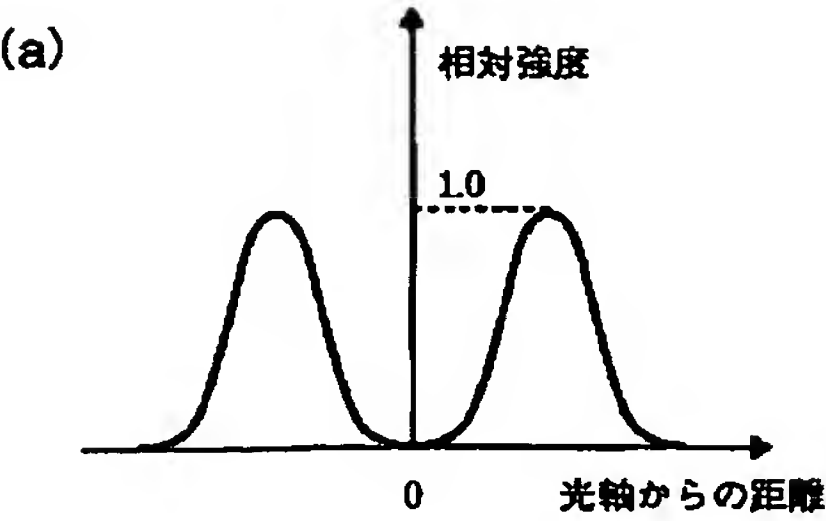
[Drawing 5]



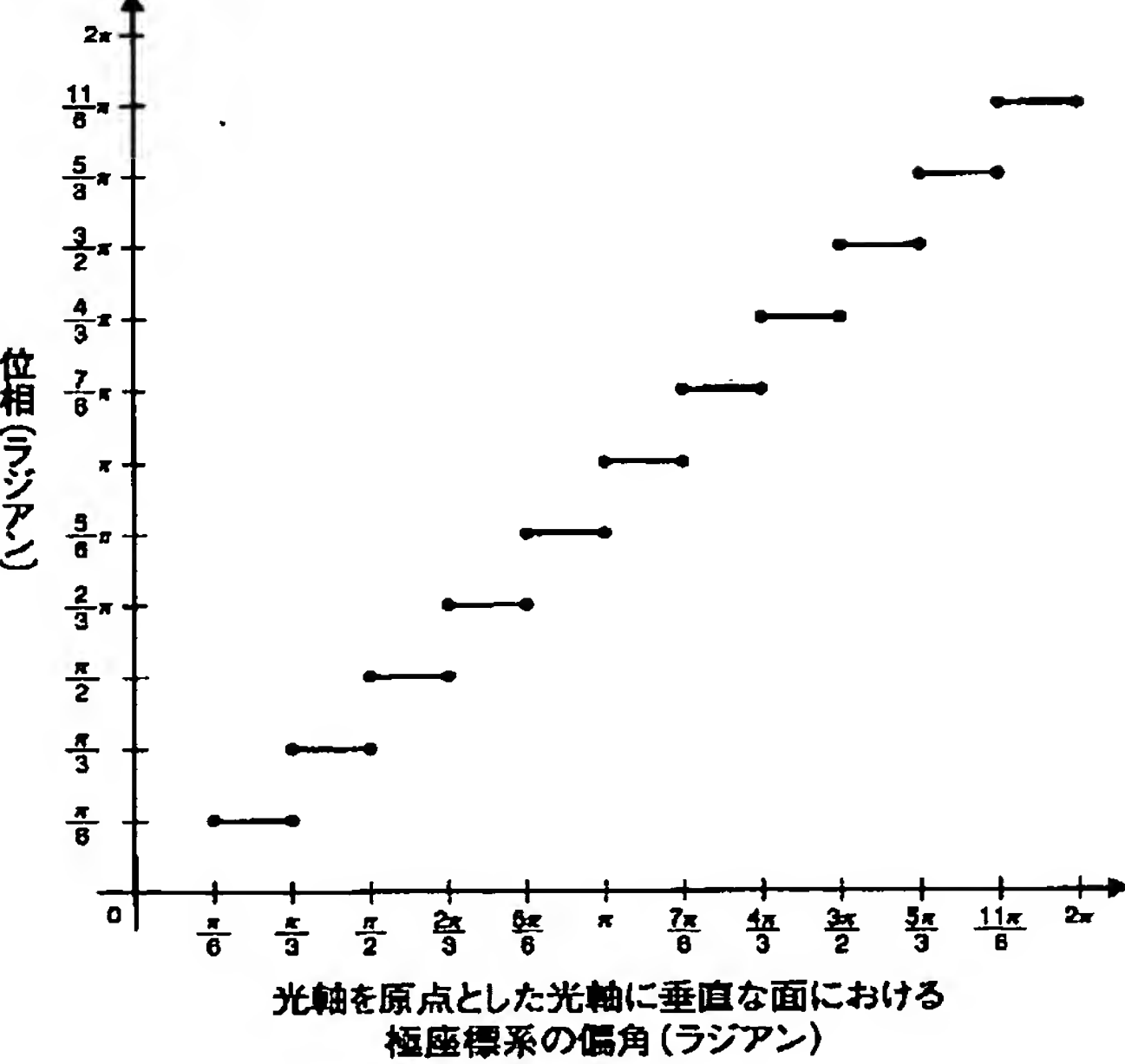
[Drawing 1]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-035980

(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl. B23K 26/06
H01S 3/00
H01S 3/10

(21)Application number : 2000-225032

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 26.07.2000

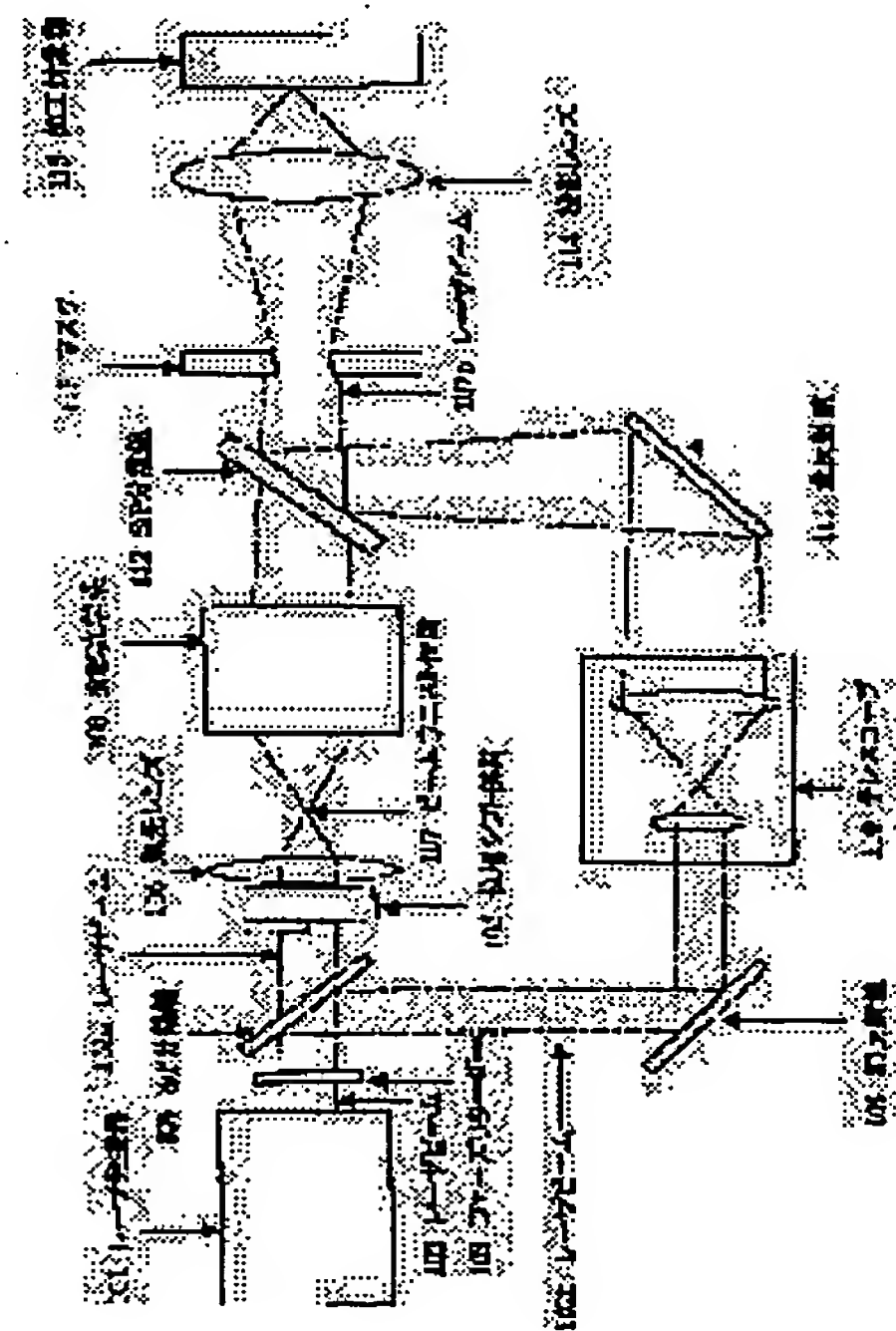
(72)Inventor : ICHIHASHI HIROMOTO
FURUYA NOBUAKI
KARASAKI HIDEHIKO

(54) DEVICE AND METHOD FOR LASER BEAM PROCESSING, AND LASER BEAM OSCILLATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct high quality working by converting intensity distribution of a laser beam on a processing object so as to be uniform distribution in a laser beam processing device where an image of a mask is projected on a processing object and processed.

SOLUTION: A laser beam 102 from a laser beam oscillator 101 is divided by means of a S/P separating mirror 104, intensity distribution of one laser beam 102a is converted in an annular zone shape by means of a phase shift member 105 on a mask 113, and the other laser beam 102b is maintained in a gauss shape and propagated on the mask 113. Since polarizing distribution of the laser beam 102a and 102b are vertical, intensity distribution of a synthesized laser beam 102c on the mask becomes added value of intensity of each laser beam and can be uniformed. Furthermore, since polarizing distribution of the laser beam on the processing object is uniformed by projecting the image of a mask by a projection lens 114 on a processing object 115, quality processing can be conducted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-35980
(P2002-35980A)

(43) 公開日 平成14年2月5日 (2002.2.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	E 4 E 0 6 8
			C 5 F 0 7 2
			J
H 0 1 S 3/00		H 0 1 S 3/00	B
3/10		3/10	Z
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-225032(P2000-225032)

(22) 出願日 平成12年7月26日 (2000.7.26)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 市橋 宏基
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 古谷 伸昭
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100097445
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

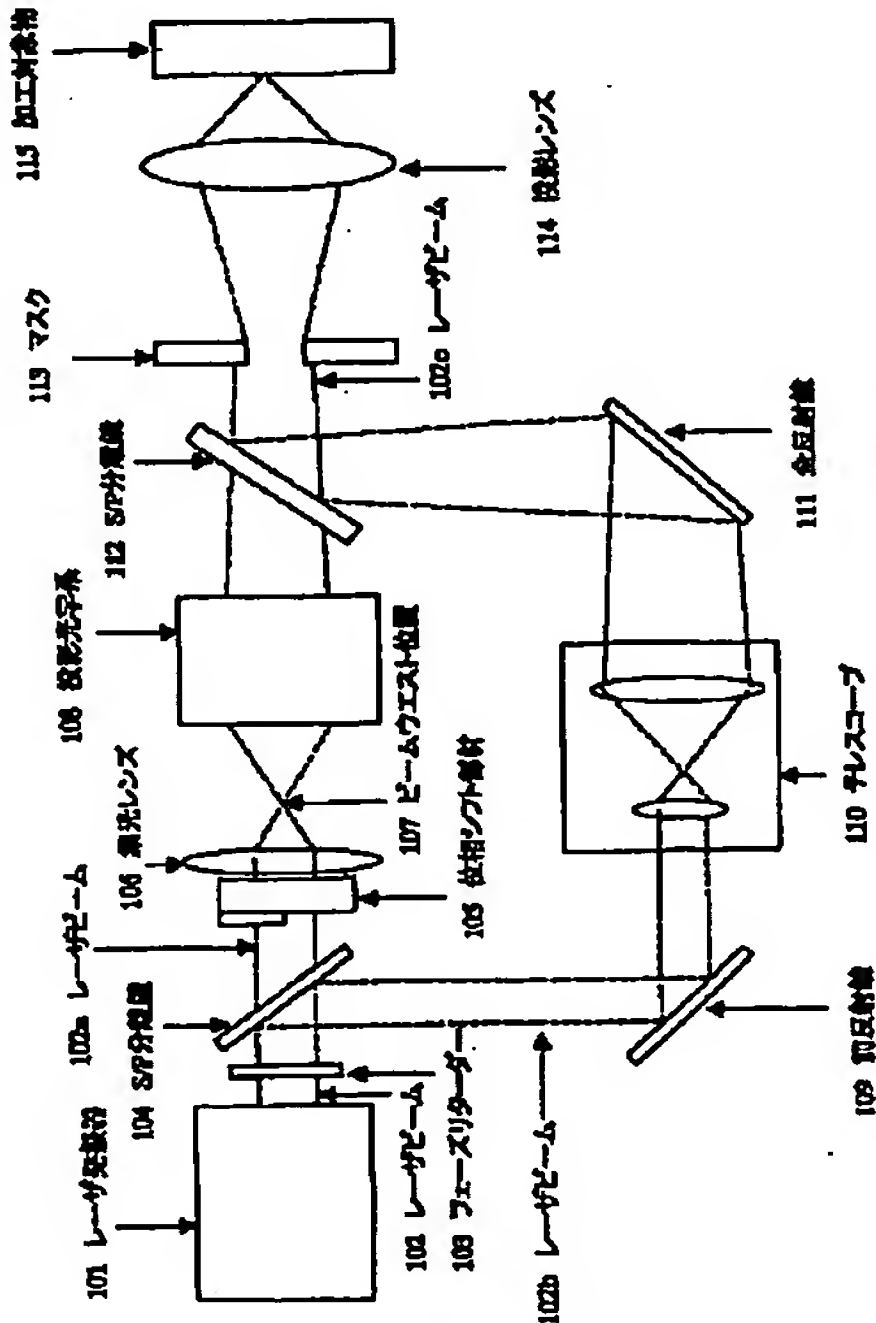
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置及びレーザ加工方法、並びにレーザ発振器

(57) 【要約】

【課題】 マスクの像を加工対象物上に投影して加工するレーザ加工装置において、被加工物上でのレーザビームの強度分布を均一な分布となるように変換することで、高品位な加工を行うことを目的とする。

【解決手段】 レーザ発振器101からのレーザビーム102をS/P分離鏡104で分離し、一方のレーザビーム102aの強度分布を位相シフト部材105によりマスク113上で輪帯状に変換し、他方のレーザビーム102bはガウス状のままマスク113上まで伝播させる。レーザビーム102aと102bの偏光方向は垂直なため合成されたレーザビーム102cのマスク上での強度分布はそれぞれのレーザビームの強度の加算となり、均一化できる。そして投影レンズ114でマスクの像を加工対象物115上に投影することで、加工対象物上でのレーザビームの強度分布が均一となり、品質の良い加工が行える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前に配置して前記レーザビームを2つに分割する手段と、分割された双方のレーザビームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザビームの偏光方向を垂直に変換する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪

10 帯状にする手段と、前記マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ加工装置。
【請求項2】 強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前で前記レーザビームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザビームに分割する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段と、マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ加工装置。

【請求項3】 分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、前記レーザビームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像を前記マスクの位置に投影する投影光学系とを用いて構成されることを特徴とする請求項1または2記載のレーザ加工装置。

【請求項4】 分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから 2π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザビームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像をマスクの位置に投影する投影光学系とを用いて構成されることを特徴とする請求項1または2記載のレーザ加工装置。

【請求項5】 分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザビームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像を前記マスクの位置に投影する投影光学系とを用いて構成されることを特徴とする請求項

1または2記載のレーザ加工装置。

【請求項6】 位相シフト部材が、集光光学系と一体に形成されたことを特徴とする請求項3から5のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項7】 強度分布がガウス状であるレーザビームを発振するステップと、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すステップと、切り出されたレーザビームの断面の像を加工対象物に投影するステップとを有し、さらに前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すステップの前に前記レーザビームを2つに分割するステップと、分割した双方のレーザビームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザビームの偏光方向を垂直に変換するステップと、分割した一方のレーザビームの強度分布を前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップと、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置の前で分割した2つのレーザビームを合成するステップとを有するレーザ加工方法。

20 【請求項8】 強度分布がガウス状のレーザビームを発振するステップと、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すステップと、切り出された前記レーザビームの断面の像を加工対象物に投影するステップとを有し、さらに前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すステップの前に前記レーザビームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザビームに分割するステップと、分割した一方のレーザビームの強度分布を前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップと、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置の前で分割した2つのレーザビームを合成するステップとを有するレーザ加工方法。

30 【請求項9】 分割した一方のレーザビームの強度分布を前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ前記レーザビームの位相をシフトするステップと、位相シフトされた前記レーザビームを集光するステップと、集光された前記レーザビームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成されることを特徴とする請求項7または8記載のレーザ加工方法。

40 【請求項10】 分割した一方のレーザビームの強度分布を前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから 2π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザビームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるようにするステップと、位相シフトされた前記レーザビームを集光するステップと、集光された前記レーザビームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成され

ることを特徴とする請求項7または8記載のレーザ加工方法。

【請求項11】 分割した一方のレーザビームの強度分布を前記レーザビームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザビームの位相をシフトするステップと、位相シフトされた前記レーザビームを集光するステップと、集光された前記レーザビームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成されることを特徴とする請求項7または8記載のレーザ加工方法。

【請求項12】 位相シフトされたレーザビームを集光するステップと、集光された前記レーザビームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとを、一体にしたことを特徴とする請求項9から11のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項13】 強度分布がガウス状であるレーザビームを発振する光共振器と、前記レーザビームを2つに分割する手段と、分割された双方のレーザビームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザビームの偏光方向を垂直に変換する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段と、所定の位置の前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ発振器。

【請求項14】 強度分布がガウス状であるレーザビームを発振する光共振器と、前記レーザビームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザビームに分割する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段と、所定の位置の前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ発振器。

【請求項15】 分割した一方のレーザビームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、前記レーザビームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とを用いて構成されることを特徴とする請求項13または14記載のレーザ発振器。

【請求項16】 分割した一方のレーザビームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから2 π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザビームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光さ

れた前記レーザビームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とにより構成されることを特徴とする請求項13または14記載のレーザ発振器。

【請求項17】 分割した一方のレーザビームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザビームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とにより構成されることを特徴とする請求項13または14記載のレーザ発振器。

【請求項18】 位相シフト部材が、集光光学系と一体に形成されたことを特徴とする請求項15から17のいずれかに記載のレーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工装置及びレーザ加工方法、並びにレーザ発振器に関し、特にCO₂レーザやYAGレーザ等空間コヒーレンシーの高いレーザビームを用いて、任意の形状の開口を有するマスクの像を被加工物上に投影し加工を行うレーザ加工装置及びその方法、並びにCO₂レーザやYAGレーザ等空間コヒーレンシーの高いレーザビームを発振するレーザ発振器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上述したレーザ加工装置に関する従来技術について図を用いて説明する。図5は従来のレーザ加工装置の構成図である。図5において51はレーザ発振器、52はレーザビームであり図中にプロファイルを点線で示した。53は望遠鏡、54はマスク、55は投影レンズ、56は加工対象物である。

【0003】レーザ発振器51から出射したレーザビーム52は、望遠鏡53を通過してマスク54に入射する。マスク54は大きさが可変であり、加工したい穴の大きさによりマスクの口径の大きさを決定する場合や、大きさは可変ではなく加工に応じて大きさの違うマスクを用いる場合もある。また望遠鏡53は、マスクに入射するレーザビーム52のビーム径と波面の曲率が、加工に対し最適になるように設計される。

【0004】そして、投影レンズ55がマスクの像を加工対象物56に投影し、例えばプリント基板などの被加工物に対して穴開け加工を行う。

【0005】また、従来技術においては、ガルバノミラーによりレーザビームをスキャンしたり、加工と加工の間にステージを高速で移動するなどして、短時間に多数の加工を行うなどの工夫が見られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来技術で示したようなレーザ加工装置は、以下に記すような課

題がある。レーザ加工のうち例えば焼き入れ、溶接、樹脂にガラス繊維が多く含まれる場合のビルドアップ多層基板の穴開け等の加工に対し、被加工物上におけるレーザビームの強度分布は、均一な分布をしているのが望ましい。

【0007】ところが、CO₂レーザ、YAGレーザ等の場合、レーザビームの強度分布は、光軸付近は強度が強く、周辺に行くにつれて強度が指数関数的に弱くなる、いわゆるガウス分布に近い場合が多い。

【0008】このようなレーザビームを、例えば上述したビルドアップ多層基板の穴開けに用いた場合、ビア内壁の繊維突出部が長くなり、メッキなどの後工程の不良の原因となる。

【0009】また、従来例のようなレーザ加工装置に関しては、コリメータを用いてマスクの開口部に対しレーザビームを十分大きく拡大し、レーザビームの光軸とその近傍の強度の強い領域のみを加工に用いるという工夫が見られるが、このような工夫を行った場合、マスクの遮蔽部により遮断されるレーザビームのエネルギーが大きくなり、結果としてエネルギーの利用率低下を招く。

【0010】また従来では、マルチモードレーザビームを発生させ、レーザビームの強度分布を均一な分布に近づけて用いる方法がある。しかしマルチモードのレーザビームは、一般にレーザ出力の変化に伴ってその次数が変化し、強度分布が変動しやすい。その結果、加工面における強度分布が変化し、加工性能を安定させることが出来ないという問題点がある。

【0011】本発明は、マスクの像を加工対象物上に投影して加工するレーザ加工において、被加工物上でのレーザビームの強度分布を均一な分布となるように変換することで、高品位な加工を行うことを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前において前記レーザビームを2つに分割する手段と、分割された双方のレーザビームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザビームの偏光方向を垂直に変換する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段と、前記マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とにより構成するものであり、加工対象物においてレーザビームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0013】また強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前で前

記レーザビームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザビームに分割する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段と、マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とにより構成するものであり、加工対象物においてレーザビームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前において前記レーザビームを2つに分割する手段と、分割された双方のレーザビームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザビームの偏光方向を垂直に変換する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段と、前記マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザビームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0015】また請求項2に記載の発明は、強度分布がガウス状のレーザビームを発振するレーザ発振器と、前記レーザビームを任意の断面形状に切り出すマスクと、前記マスクの像を加工対象物に投影する投影光学系とを有し、前記マスクの前で前記レーザビームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザビームに分割する手段と、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段と、マスクの前で分割した2つのレーザビームを合成する手段とを有するレーザ加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザビームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0016】また具体的には請求項3に記載の発明は、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、前記レーザビームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザビームの集光点の像を前記マスクの位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項1または2記載のレーザ加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザビームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0017】また請求項4に記載の発明は、分割した一方のレーザビームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザビームの進行方向に垂直な平面内での

極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから 2π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザービームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザービームの集光点の像をマスクの位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項1または2記載のレーザー加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0018】また請求項5記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布をマスク上で輪帯状にする手段は、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザービームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、前記位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、前記集光光学系により集光された前記レーザービームの集光点の像を前記マスクの位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項1または2記載のレーザー加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0019】さらに具体的には請求項6記載の発明は、位相シフト部材が、集光光学系と一体に形成されたことを特徴とする請求項3から5のいずれかに記載のレーザー加工装置であり、この構成により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0020】本発明の請求項7記載の発明は、強度分布がガウス状のレーザービームを発振するステップと、前記レーザービームを任意の断面形状に切り出すステップと、切り出されたレーザービームの断面の像を加工対象物に投影するステップとを有し、さらに前記レーザービームを任意の断面形状に切り出すステップの前に前記レーザービームを2つに分割するステップと、分割した双方のレーザービームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザービームの偏光方向を垂直に変換するステップと、分割した一方のレーザービームの強度分布を前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップと、前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置の前で分割した2つのレーザービームを合成するステップとを有するレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0021】また請求項8記載の本発明は、強度分布がガウス状のレーザービームを発振するステップと、前記レーザービームを任意の断面形状に切り出すステップと、切り出された前記レーザービームの断面の像を加工対象物に

投影するステップとを有し、さらに前記レーザービームを任意の断面形状に切り出すステップの前に前記レーザービームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザービームに分割するステップと、分割した一方のレーザービームの強度分布を前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップと、前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置の前で分割した2つのレーザービームを合成するステップとを有するレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0022】さらに具体的に請求項9記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布を前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ前記レーザービームの位相をシフトするステップと、位相シフトされた前記レーザービームを集光するステップと、集光された前記レーザービームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成される請求項7または8記載のレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0023】また請求項10記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布を前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから 2π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザービームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるようにするステップと、位相シフトされた前記レーザービームを集光するステップと、集光された前記レーザービームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成される請求項7または8記載のレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0024】また請求項11記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布を前記レーザービームを任意の断面形状に切り出す位置で輪帯状にするステップは、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザービームの位相をシフトするステップと、位相シフトされた前記レーザービームを集光するステップと、集光された前記レーザービームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとにより構成される請求項7または8記載のレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0025】さらに具体的に請求項12記載の発明は、位相シフトされたレーザービームを集光するステップと、集光された前記レーザービームの集光点の像をマスクの位置に投影するステップとを一体にした請求項9から11のいずれかに記載のレーザー加工方法であり、この手法により、加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0026】本発明の請求項13記載の発明は、強度分布がガウス状のレーザービームを発振する光共振器と、前記レーザービームを2つに分割する手段と、分割された双方のレーザービームを直線偏光に変換し且つ前記双方のレーザービームの偏光方向を垂直に変換する手段と、分割した一方のレーザービームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段と、所定の位置の前で分割した2つのレーザービームを合成する手段とを有するレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0027】さらに具体的に請求項14記載の発明は、強度分布がガウス状のレーザービームを発振する光共振器と、前記レーザービームを偏光方向が垂直な2つの直線偏光のレーザービームに分割する手段と、分割した一方のレーザービームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段と、所定の位置の前で分割した2つのレーザービームを合成する手段とを有するレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0028】また請求項15記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、前記レーザービームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光された前記レーザービームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項13または14記載のレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0029】また請求項16記載の発明は、分割した一方のレーザービームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから 2π ラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけ前記レーザービームの位相をシフトし、その角度が各領域内の極座標の偏角の範囲内に含まれるように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光された前記レーザービームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項13または14記載のレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0030】また請求項17記載の発明は分割した一方のレーザービームの強度分布を所定の位置で輪帯状にする手段は、前記レーザービームの進行方向に垂直な平面内で光軸を軸とした輪帯状に前記レーザービームの位相をシフトするように形成された位相シフト部材と、位相シフト部材の後に配置される集光光学系と、集光光学系により集光された前記レーザービームの集光点の像を前記所定の位置に投影する投影光学系とにより構成される請求項13または14記載のレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0031】さらに具体的に請求項18記載の発明は、位相シフト部材が集光光学系と一体に形成された請求項15から17のいずれかに記載のレーザー発振器であり、この構成により所定の位置でのレーザービームの強度分布が均一になり、本発明のレーザー発振器をレーザー加工装置に用いて所定の位置での均一な強度分布を加工対象物上に投影することで加工対象物においてレーザービームの強度分布がマスクの大きさに応じた均一な分布になり、品質のよい加工が出来る。

【0032】以下、本発明の実施の形態について、図1から図4を用いて説明する。

【0033】（実施の形態）図1は本発明の一実施の形態におけるレーザー加工装置の概略構成図である。図1において101はレーザー発振器、102はレーザービーム、102aは分離された一方のレーザービーム、102bは分離された他方のレーザービーム、102cは合成されたレーザービーム、103はフェーズリターダー、104は

S/P分離鏡、105は位相シフト部材、106は集光レンズ、107はビームウエスト位置、108は投影光学系、109は全反射鏡、110はテレスコープ、111は全反射鏡、112はS/P分離鏡、113はマスク、114は投影レンズ、115は加工対象物である。

【0034】次に動作について説明する。レーザ発振器101は、強度分布がガウス状で直線偏光のレーザビーム102を発振する。なお、レーザビーム102は図中に点線で示した。フェーズリターダー103はレーザビーム102の偏光の振動方向を制御する。

【0035】そしてS/P分離鏡104は、P偏光、S偏光の成分にレーザビーム102を分離する。具体的には、S/P分離鏡104はP偏光のレーザビームを透過し、S偏光のレーザビームを反射する。S/P分離鏡104を透過したレーザビームが102a、S/P分離鏡104で反射されたレーザビームが102bである。

【0036】そして位相シフト部材105は、レーザビーム102aの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、レーザビームの位相をシフトする。

【0037】図2(a)は、位相シフト部材105を、光軸に垂直な面に対して斜めから見た図を示したものである。位相シフト部材105は、レーザビーム102aを透過する材質の平板に透過膜を施したものであり、膜の厚さd(mm)は光軸に垂直な平面内での極座標系に対して(数1)のような形で与えられる。

【0038】

【数1】

$$d = \frac{2\pi\lambda}{(n-1)\theta}$$

【0039】(数1)においてλはレーザビーム102の波長(mm)、nは透過膜の屈折率θは極座標系の偏角(ラジアン)である。そして、集光レンズ106は位相シフト部材105の直後に配置され、レーザビーム102aを集光する。

【0040】位相シフト部材105により位相シフトされ集光レンズ106で集光されたレーザビーム102aは、ベストフォーカス位置つまりビームウエスト位置107において強度分布が輪帯状になる。そして投影光学系108は、ビームウエスト位置107の像を、マスク113の位置に投影する。

【0041】次に、S/P分離鏡104で反射したレーザビーム102bは全反射鏡109で反射され、テレスコープ110に入射する。テレスコープ110は、レーザビーム102bをマスク上で適切なビーム径、波面の曲率になるように制御する。

【0042】そして、全反射鏡111で反射されたレーザビーム102bは、S/P分離鏡112によりレーザビーム102aとビーム位置と進行方向が一致するよう

に、即ち光軸が一致するように合成される。合成されたレーザビームをレーザビーム102cとよぶ。

【0043】このように構成されると、マスク113でのレーザビーム102cの強度分布は、レーザビーム102aとレーザビーム102bのそれぞれの強度分布の加算になる。

【0044】図3(a)にレーザビーム102aのマスク112における強度分布を、図3(b)にレーザビーム112bの強度分布を示す。レーザビーム102aのマスク112における強度分布は、ビームウエスト位置107の像が再現されるので輪帯状になり、レーザビーム112bの強度分布は、位相変調を受けないので、強度分布はガウス状になる。

【0045】そして、レーザビーム112cの強度分布は、図3(a)に示す強度分布と図3(b)に示す強度分布との加算になり、図3(c)に示すような均一な分布にすることが出来る。

【0046】マスク上でのレーザビーム102cの強度を均一な分布にするためには、レーザビーム102aのマスク112における強度分布とレーザビーム102bの強度分布のビーム径と強度の比を最適に選択しなければならないが、本実施の形態では、ビーム径はレーザビーム102aに関しては投影光学系108の投影倍率を調節し、レーザビーム102bに関してはテレスコープ110を構成する凸レンズを光軸に沿って移動させることで調節した。

【0047】また、レーザビーム102aとレーザビームbの強度の比は、フェーズリターダによりレーザビーム102の振動方向を制御することで、調節した。

【0048】ここで、仮に合成される2つのレーザビームの偏光方向が垂直でない場合、合成される2つのレーザビームの強度分布は、強度の加算にはならず干渉をおこしてしまう。この場合、位相シフト部材105で位相をシフトされたレーザビームの位相が軸対象ではないので、合成されるレーザビームのマスク上での強度分布は絶対に非対象になり、均一にはならない。そして投影レンズ114は、マスク113の像を加工対象物上に投影する。

【0049】以上のようなレーザ加工装置を構成すれば、加工対象物上でのレーザビームの強度分布を均一にすることができ、品質の良い加工が可能となる。

【0050】なお、本実施の形態において、位相シフト部材105を、レーザビーム102aの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、レーザビーム102aの位相をシフトするものとしたが、レーザビーム102aの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角の0ラジアンから2πラジアンまでの間を任意の数で区切った領域に分け、区切られた各領域内では、同じ角度だけレーザビーム102aの位相をシフトし、その角度が各領域内の

極座標の偏角の範囲内に含まれるように、レーザービーム102aの位相をシフトしても良い。

【0051】具体的には、図4に示すように位相をシフトしてもよい。図4の横軸は光軸に垂直な面内における極座標の偏角であり、縦軸は位相シフト部材の位相シフト量である。このような位相シフト部材を用いても、上記形態と同様に、マスク113上でのレーザービーム102aの強度分布は輪帯状になり、上記形態と同等の効果が得られる。

【0052】また、本実施の形態において、位相シフト部材105を、レーザービーム102aの進行方向に垂直な平面内での極座標系において、極座標の偏角と同じ角度だけ、前記レーザービーム102aの位相をシフトするものとしたが、レーザービームの進行方向に垂直な平面内で、光軸を軸とした輪帯状に前記レーザービームの位相をシフトしても、上記形態と同様に、マスク113上でのレーザービーム102aの強度分布は輪帯状になり、上記形態と同等の効果が得られる。

【0053】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、マスクの像を加工対象物上に投影して加工するレーザー加工において、被加工物上でのレーザービームの強度分布を均一な分布となるように変換することができ、高品位な加工を行うことが可能となるという有利な効果が得られる。

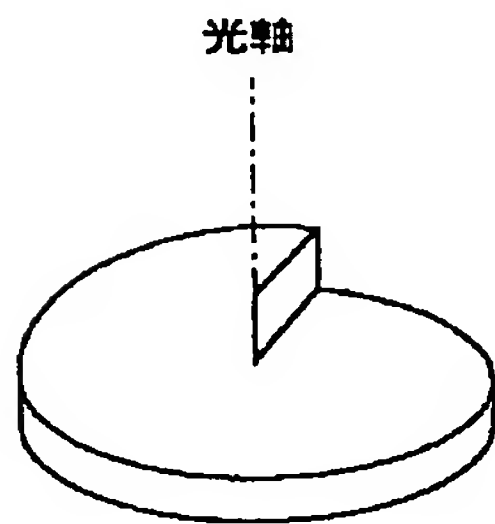
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態におけるレーザー加工装置の概略構成図

【図2】本発明の一実施の形態における位相シフト部材の斜視図

【図3】(a)本発明の一実施の形態における分離された一方のレーザービームのマスク上での強度分布の特性図
(b)本発明の一実施の形態における分離された他方のレーザービームのマスク上での強度分布の特性図

【図2】



* (c) 本発明の一実施の形態における合成されたレーザービームのマスク上での強度分布の特性図

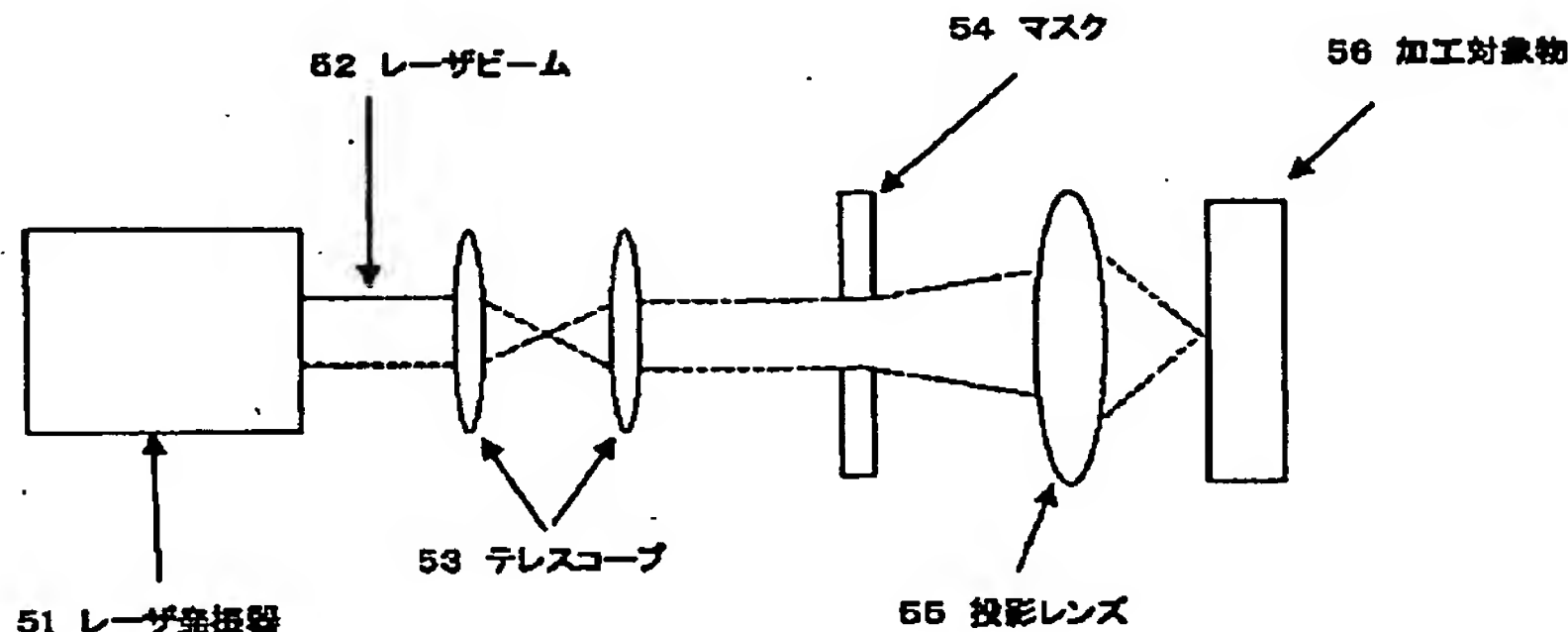
【図4】本発明の一実施の形態における位相シフト部材によりレーザービームの進行方向に垂直な平面内での極座標系において位相シフト量を表す特性図

【図5】従来例におけるレーザー加工装置の概略構成図

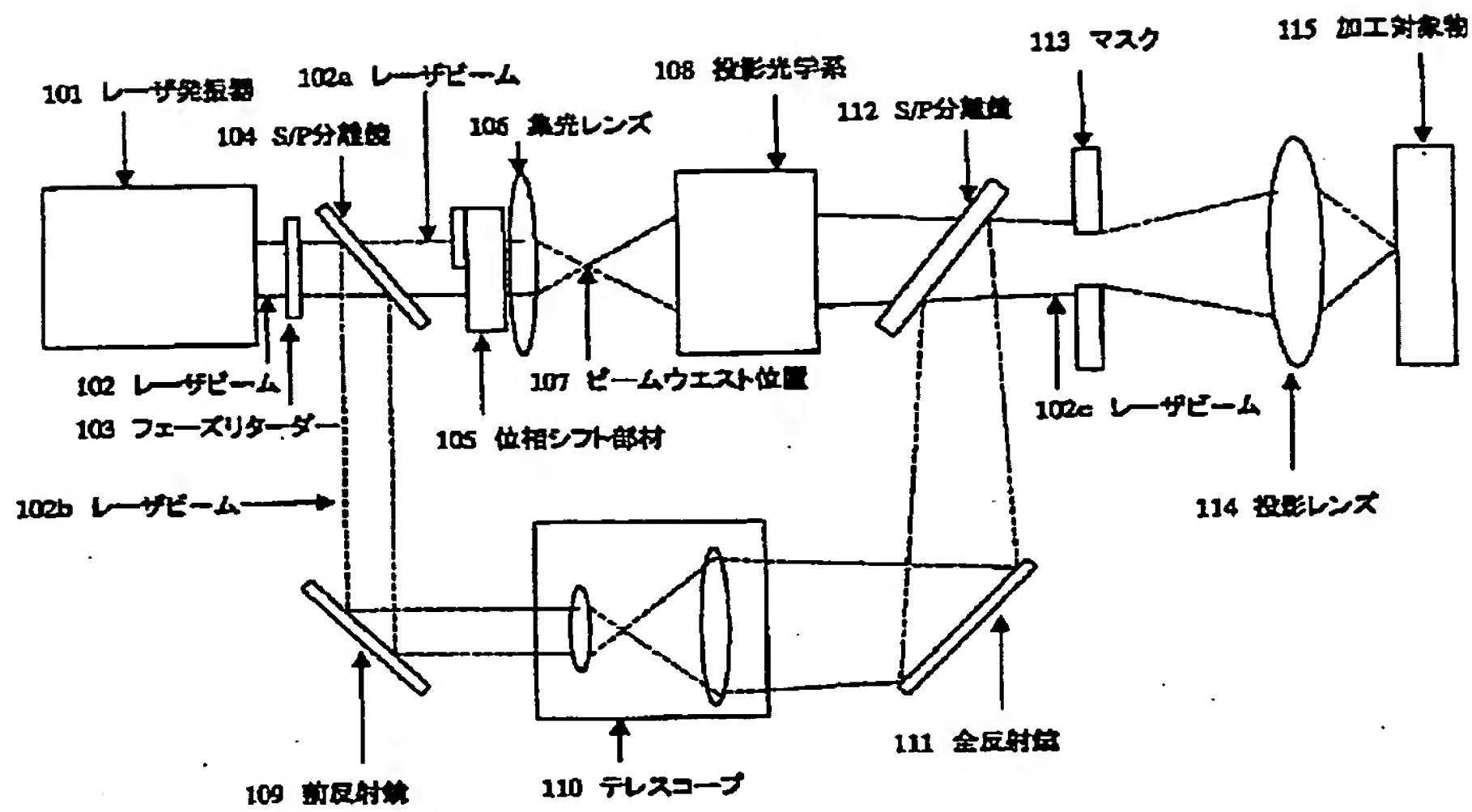
【符号の説明】

- | | |
|------|-----------|
| 101 | レーザー発振器 |
| 102 | レーザービーム |
| 102a | レーザービーム |
| 102b | レーザービーム |
| 102c | レーザービーム |
| 103 | フェーズリターダー |
| 104 | S/P分離鏡 |
| 105 | 位相シフト部材 |
| 106 | 集光レンズ |
| 107 | ビームウエスト位置 |
| 108 | 投影光学系 |
| 109 | 全反射鏡 |
| 110 | テレスコープ |
| 111 | 全反射鏡 |
| 112 | S/P分離鏡 |
| 113 | マスク |
| 114 | 投影レンズ |
| 115 | 加工対象物 |
| 51 | レーザー発振器 |
| 52 | レーザービーム |
| 53 | 均一化光学系 |
| 54 | 投影光学系 |
| 55 | マスク |
| 56 | 開口絞り |
| 57 | 投影レンズ |
| 58 | 加工対象物 |

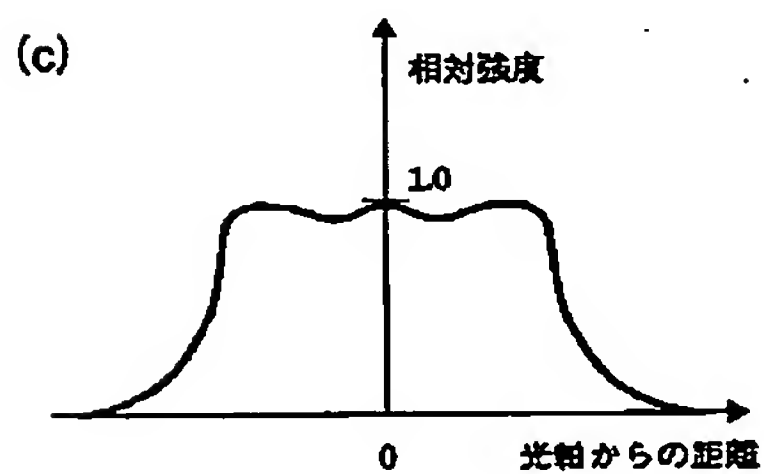
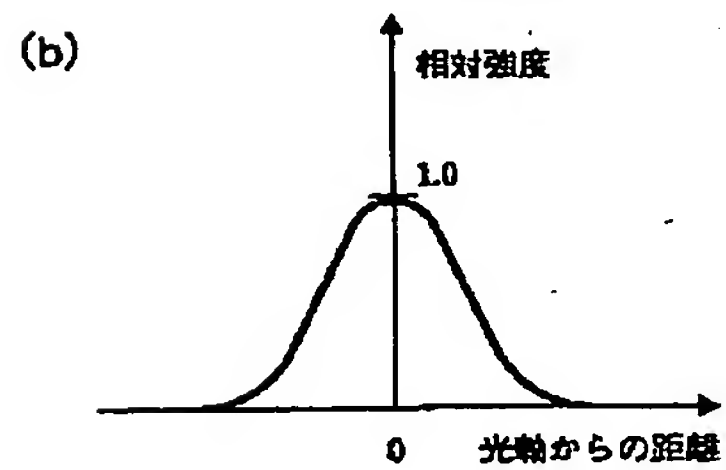
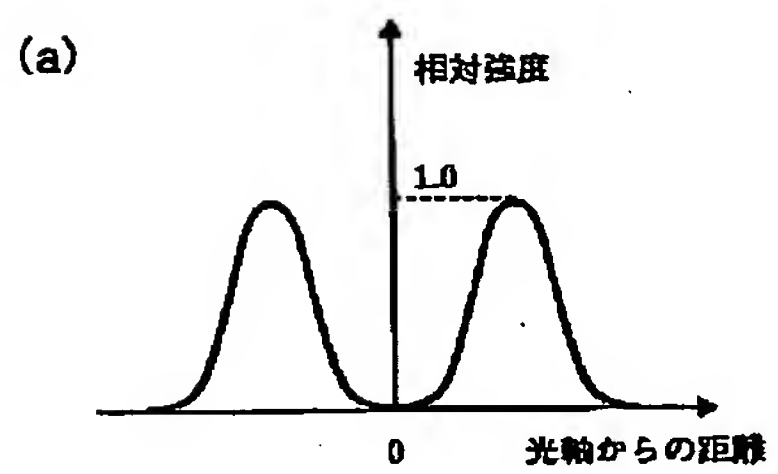
【図5】



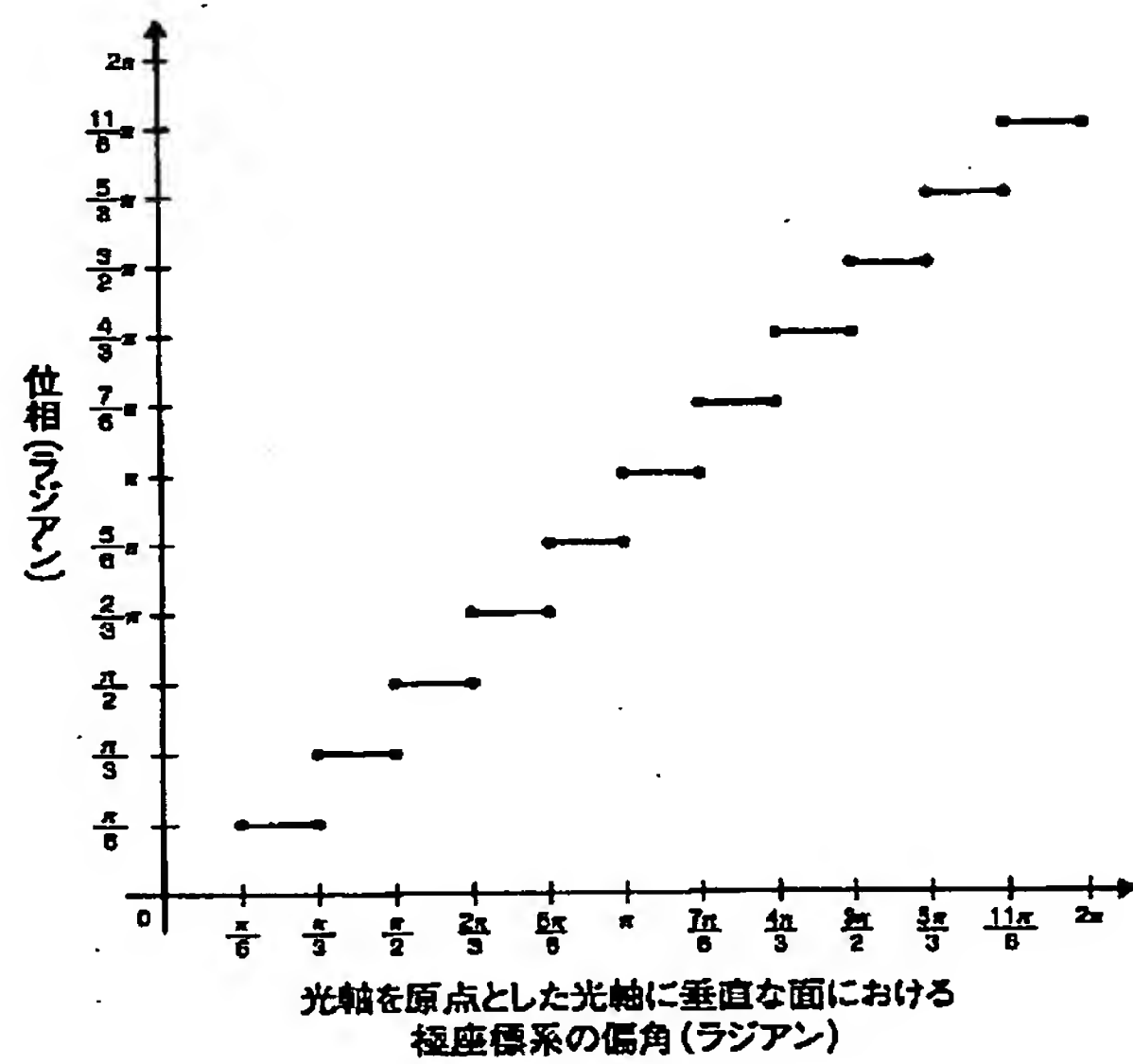
【図1】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 唐崎 秀彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 4E068 CB10 CD03 CD05 CD10
SF072 AA05 AB01 JJ20 KK05 KK15
KK30 YY06